

## HR- $\dot{V}_{O_2}$ 関係についての一考察\*

広田広一\*\*・山田 保\*\*\*・中山悌一\*\*\*\*  
大桑哲男\*\*\*\*・井川正治\*\*\*\*・北 博正\*\*\*\*

(昭和 54 年 12 月 1 日受付)

### A Study on the Estimated Oxygen Intake During Combined Exercise

By Koichi HIROTA, Tamotu YAMADA, Teiichi NAKAYAMA,  
Tetuo OKUWA, Shoji IGAWA and Hiromasa KITA

Some problems on the practical application of the linear correlationship between heart rate (HR) and oxygen intake ( $\dot{V}_{O_2}$ ) to estimate the work intensity of sports or labor were studied. Six male subjects, aged 22-25 yrs., were exposed to bicycle ergometer exercise and HR- $\dot{V}_{O_2}$  relationship of each case was calculated. Then the subject was loaded a 28 min exercise with 4 min work of 30%  $\dot{V}_{O_2max}$ , and 70%  $\dot{V}_{O_2max}$ , alternatively, and the measured  $\dot{V}_{O_2}$  compared with the calculated ones by the above mentioned equation.

Following results were obtained:

- 1) HR- $\dot{V}_{O_2}$  regression lines of each subject showed a shift by a day.
- 2) Difference of HR at 50%  $\dot{V}_{O_2max}$ , between two regression lines of a subject was 6-12%.
- 3)  $\dot{V}_{O_2}$  calculated from the measured HR by the HR- $\dot{V}_{O_2}$  line was compared with the measured  $\dot{V}_{O_2}$  and the maximum difference was 81% at one case.

So we must recognize the existence of possible errors when we apply the linear relationship between HR and  $\dot{V}_{O_2}$  above mentioned to a continuous exercise simulating a daily work.

#### はじめに

心拍数 (HR) と酸素摂取量 ( $\dot{V}_{O_2}$ ) との間には %  $\dot{V}_{O_2max}$  のかなり広い範囲に亘って直線関係が成立する (Åstrand ら<sup>1)</sup>)。心拍数は比較的簡単に測定できることから、しばしば上記の関係を利用し、心拍数を酸素摂取量の簡便な detector としてスポーツや労働の現場に適用して、心拍数から各種運動競技や労働作業の酸素摂取量を推定したり、また、心拍数を体力づくり、殊に持久性向上のための運動の負荷強度設定のための指標として実用している。例えば広田ら<sup>2)</sup>は、

一、バスケットボール、テニス、バレーボール、野球、卓球、バドミントン種目について心拍数を測定し、運動強度の評価を行なっている。砂本ら<sup>3)</sup>は、バレーボールの基本動作中の心拍数と酸素摂取量の関係式を用い、ゲーム中の心拍数から 6 人制バレーボールの運動強度を推定している。加賀谷 (熙)<sup>4)</sup> は、ラケットスポーツの運動強度を、ゲーム中の心拍数に、個人の心拍数と酸素摂取量との関係式を適用して求めている。さらに、Skubic ら<sup>5)</sup> は、アーチェリー、バドミントン、ボウリング、ゴルフ、テニス種目の運動強度を同様の方法で推定している。

\* 日本体力医学会第 32 回大会において一部発表。

\*\* 大学院非常勤講師 (東京大学教養部)

\*\*\* トレーニングセンター

\*\*\*\* 大学院 体力学 (中山: 現阪神タイガース, 大桑: 現名古屋工業大学)

労働中の作業強度の測定を心拍数を指標にして行なっているものについては、Åstrand ら<sup>6)</sup>の、沿岸漁業を職業としている人達の作業強度は平均 39%  $\dot{V}_{O_2max}$ . に相当し、最高は 80%  $\dot{V}_{O_2max}$ . 相当であったという報告があり、また、Lammert<sup>7)</sup> のエスキモーの狩猟中の作業強度についての報告などがある。日常生活の生活水準への適用についてみれば、加賀谷 (淳) ら<sup>8)</sup>の主婦を対象にし、起床時から就寝時に至るまでの心拍数を長時間連続的に記録し、主婦の家事作業は身体へのトレーニング刺激になりえないほど低いという報告がある。鈴木<sup>9)</sup>も日常生活の身体運動量を心拍数からとらえている。さらに、加賀谷 (淳)<sup>10)</sup>は幼児の運動生活に関して、遊び中の心拍数からその強度を明らかにしようとしている。

以上の様に、HR- $\dot{V}_{O_2}$  関係の現場への適用は多岐に亘っており数も多い。しかし、一般に行なわれている定常状態において求められた心拍数と酸素摂取量との関係を、強度の異なる複雑な動作の組み合わせから成る現場のスポーツや労働作業にそのまま適用して良いものであろうか。HR- $\dot{V}_{O_2}$  関係の適用に当っては、次のような問題点が指摘される。①HR- $\dot{V}_{O_2}$  関係に直線関係が成立するとしても、この直線が気温あるいはその他の条件で大きく移動するのではないか。②実際のスポーツや労働作業は複雑な作業強度や時間の組合せから成り立っている。休息が入ったり、時には anaerobical な要素の強い運動も入ったりする。また、同じ作業量でも脚の運動と腕の運動では対応する心拍数に差が生じる<sup>11)</sup>。以上のような複雑な作業条件、作業内容から成り立っているスポーツや労働作業の現場に、実用可能な範囲で HR- $\dot{V}_{O_2}$  関係直線を適用し得るであろうか。ここでは、これらの問題点のうち 2, 3 について検討した。

## 方 法

### 1. 被検者

対象は、健康な成人男性 6 名で、年齢は 22 才~25 才、身長および体重の平均値は 170.8

cm, 67.8 kg であった (Table 1.)。

### 2. 実験手順

心拍数と酸素摂取量の関係 (HR- $\dot{V}_{O_2}$  関係) 被検者個人の HR- $\dot{V}_{O_2}$  関係を求めるため、自転車エルゴメーターを用い、450kpm・600kpm・750kpm の 3 種類の負荷を 4 分間づつ漸増法で連続して課し、各負荷での定常状態が成立したと考えられる 3 分~4 分、7 分~8 分、11 分~12 分に心拍数と酸素摂取量を測定し、HR- $\dot{V}_{O_2}$  関係式を求めた。12 分以後は、被検者が exhaustion に至るまで負荷を 1 分毎に 150 kpm づつ漸増させ、最高心拍数および最大酸素摂取量を測定した。この実験は、1 名を除き 5 名の被検者につき日を変えて 2 回づつ実施した。第 1 回目の実験で測定された 3 点が一直線上にあることを確かめた上、2 回目は 2 点の測定によって行なった。

### 組み合わせ運動

今回実施した組み合わせ運動の作業負荷は、HR- $\dot{V}_{O_2}$  関係で直線関係が成立する範囲の 70%  $\dot{V}_{O_2max}$ . および 30%  $\dot{V}_{O_2max}$ . 強度に相当する 2 種類の負荷である。組み合わせ運動は、まず初めに 30%  $\dot{V}_{O_2max}$ . 強度の運動負荷で 4 分間運動を行ない、その後引き続き 70%  $\dot{V}_{O_2max}$ . 強度に相当する運動を 4 分間行なわせ、これを 1 セットとし、連続 3 セットくり返し、最後に 4 分間の 30%  $\dot{V}_{O_2max}$ . 強度の運動を行なわせ、総計 28 分間の運動を実施した。

心拍数、酸素摂取量は組み合わせ運動中のみならず、運動終了後 30 分まで継続測定した。時間経過に伴う酸素摂取量は、2 分毎に採集された呼気ガスから求めた。また、2 名の被検者には同様の方法で総計 60 分間に亘る組み合わせ運動も実施した。

心拍数の測定は、日本光電製多用途監視記録装置を用いて胸部双極誘導にて連続記録し、得られた心電図の R 波の数によった。換気量は、呼気ガスをダグラスバック法にて採集し、湿式ガスメーターで計量した。呼気ガスの  $O_2$  濃度、 $CO_2$  濃度の分析は福田製レスピライザー (BM-10) を用い分析し、ショランダー微量ガス分析

Table 1. Physical Characteristics of Subjects.

	Subj.	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	$\dot{V}O_{2max.}$ (l/min)	$\dot{V}O_{2max.}/Wt.$ (ml/kg·min.)	HR <sub>max.</sub> (beats/min.)	R Q
1	T. N.	23	177.5	69.5	3.12	44.9	184	1.13
2	M. I.	25	172.0	88.5	3.21	37.5	186	1.15
3	T. Y.	26	172.0	67.0	2.25	33.6	194	1.11
4	T. O.	24	170.0	65.5	3.15	48.1	178	1.14
5	M. M.	25	169.0	62.0	3.09	49.8	193	1.12
6	M. H.	23	163.5	57.0	2.78	48.8	185	1.11
	M±SD	23±1.1	170.8±4.2	67.8±8.9	2.93±0.33	43.8±6.1	186±5	1.13±0.01

Table 2. Individual Regression Lines during Exercise.

Subj.	Regression line	Date	Pres. (mmHg)	Temp. (°C)	Humid. (%)	Date	Pres. (mmHg)	Temp. (°C)	Humid. (%)
T. N.	1. $\dot{Y}=35.29X+75.24$	6.18	763.6	23.0	—	7.13	758.4	26.5	—
	2. $\dot{Y}=38.67X+57.06$	7.12	759.3	25.5	92.0				
M. I.	1. $\dot{Y}=41.81X+60.86$	8.5	757.6	21.0	73.0	8.12	759.3	28.1	73.0
	2. $\dot{Y}=36.99X+53.88$	6.18	755.9	26.7	—				
T. Y.	1. $\dot{Y}=52.12X+58.87$	6.18	763.6	23.0	—	8.13	757.2	29.3	60.0
T. O.	1. $\dot{Y}=38.98X+56.15$	7.12	759.5	23.0	92.0	7.14	755.5	29.0	64.0
	2. $\dot{Y}=39.39X+45.42$	5.8	766.6	19.0	62.0				
M. M.	1. $\dot{Y}=39.00X+75.90$	5.7	761.8	19.0	45.0	7.9	758.8	24.0	—
	2. $\dot{Y}=29.87X+75.12$	6.18	763.8	23.0	—				
M. H.	1. $\dot{Y}=38.64X+94.02$	5.7	761.8	19.0	94.5	8.5	755.9	26.7	73.0
	2. $\dot{Y}=41.02X+81.01$	7.15	756.2	27.0	72.5				

器により補正を行なった。実験室内の乾球温と湿球温は、Assmann 型通風乾湿計によって測定した。

### 結果・考察

Table 1 は、6名の被検者の身体的特徴および  $\dot{V}O_{2max.}$ , HR<sub>max.</sub> 等を示したものである。6名の被検者の  $\dot{V}O_{2max.}$  の平均値は 2.93 l/min. (2.25~3.21 l/min.) であり、体重 1 kg 当りの  $\dot{V}O_{2max.}$  は 43.8 ml/kg·min. (33.6~49.9 ml/kg·min.) であった。また、HR<sub>max.</sub> は 186 拍/分 (178~194 拍/分), exhaustion 時の RQ は 1.13 (1.11~1.15) であった。測定された酸

素摂取量が最大値を示す criteria としては RQ, 最大心拍数, 血中乳酸値などが挙げられる。RQ を指標とする方法は、Shephard<sup>12)</sup> によれば、ややばらつきが大きいとされているが、Issekutz ら<sup>13)</sup> は RQ 1.15 に達した時の酸素摂取量を最大値として良いと述べている。最大心拍数について、石井ら<sup>14)</sup> は、最大心拍数は年齢に関係なく、170~230 拍/分の範囲にあり、平均値は 187.3 拍/分であるとしている。本研究において、6名の被検者の最大心拍数は 178~194 拍/分, RQ が 1.11~1.15 であるという点から妥当な最大酸素摂取量値と判断した。この様にして得られた最大酸素摂取量に基

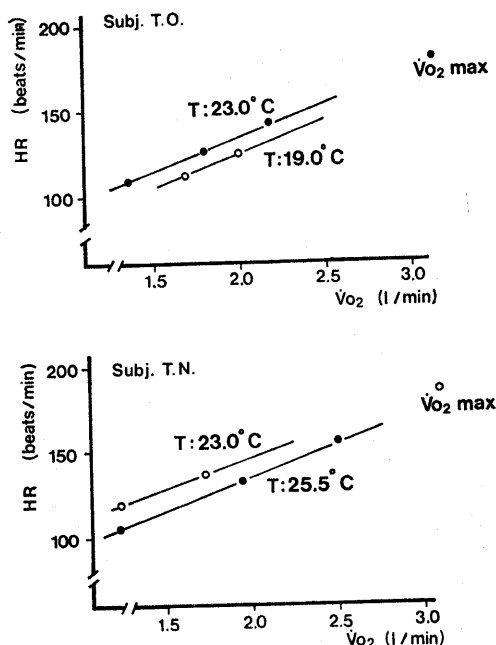


Fig. 1. Regression Lines in Relation HR- $\dot{V}O_2$

ついて 30%  $\dot{V}O_{2max}$ , 70%  $\dot{V}O_{2max}$  負荷強度を決定した。

### 1. HR- $\dot{V}O_2$ 関係について

5名の被検者について HR- $\dot{V}O_2$  関係を日をかえて2回測定し、いずれも直線関係が成立することがわかったが、個人毎の二つの直線は一致しなかった(Table 2)。HR- $\dot{V}O_2$  関係を個人について調べたもののうち、被検者 T.O. と T.N. の関係を示したのが Fig. 1 である。二つの直線は比較的きれいに平行に移動している。移動の原因について、気温差が強く影響するであろうことはいうまでもなく、黒田ら<sup>15)</sup>も、心拍数と % $\dot{V}O_{2max}$  の関係は温度が上昇するにつれて一定の % $\dot{V}O_{2max}$  に対する心拍数は高くなるため、環境温度によって異った直線を示すと報告している。しかし、本実験では被検者 T.N., M.I., M.H. におけるように気温の低い時に回帰直線は高い位置を示した。回帰直線の移動の要因として、気温のみならず気湿・気流などの外的要因があげられ、身体的コンディションなどの内的要因も複雑に関係するものと考えら

Table 3. Difference between Two Regression Lines in Relation to HR- $\dot{V}O_2$ . (in 50% intensity of individual  $\dot{V}O_{2max}$ .)

Subj.	50% $\dot{V}O_{2max}$ (l/min.)	HR (beats/min.)	Differ (%)
T.N.	1.56	1. 130	10
		2. 117	
M.I.	1.60	1. 128	12
		2. 113	
T.Y.	1.12	1. —	—
		2. —	
T.O.	1.57	1. 117	8
		2. 107	
M.M.	1.54	1. 136	11
		2. 121	
M.H.	1.39	1. 148	6
		2. 138	

Differ = (1-2/1)

れる。例えば、生田<sup>16)</sup>は、一定の運動強度に対する心拍数と酸素摂取量に日内変動、日差、季節差があり、これに関わる因子として風邪・飲酒・睡眠不足などの身体的コンディションをあげたほか、特に重要なものとして直腸温の変化を報告している。

二つの回帰直線間の値の差を 50%  $\dot{V}O_{2max}$  の強度における HR の値としてみたのが Table 3 である。わずか2回の測定データから算出されたその差は6~12%であり、測定回数を重ねればその差は一層大きくなることは明らかである。また、二つの回帰直線がほぼ平行関係にあることから、50%  $\dot{V}O_{2max}$  より低い強度では誤差が一層大きくなるであろうことはいうまでもない。このことは、日常の労働作業の作業強度を心拍数から推定しようとするときに特に心得ておくべき留意点である。おこり得る誤差について石井<sup>17)</sup>は、HR- $\dot{V}O_2$  関係式が直線関係にあることから、最大下作業時の心拍数により  $\dot{V}O_{2max}$  を推定する日本人のノモグラムをトレッドミル走

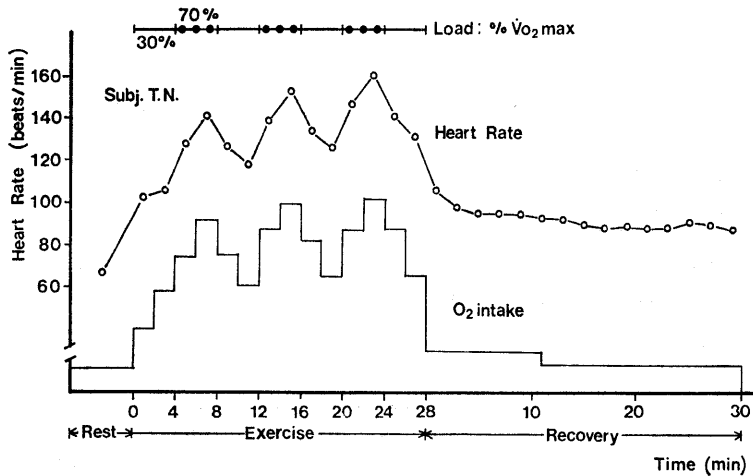


Fig. 2. Heart Rate and Oxygen Intake before, during and after Exercise.

によって作成しているが、その際の誤差範囲は  $\pm 10\%$  であったと報告している。

2.  $30\% \dot{V}O_{2max}$  強度と  $70\% \dot{V}O_{2max}$  強度の4分交代(28分間)組合せ運動について

$30\% \dot{V}O_{2max}$  と  $70\% \dot{V}O_{2max}$  の強度で自転車エルゴメーターにて4分毎に交代して合計28分間の組み合わせ運動を行なった時のHRと $\dot{V}O_2$ の変化を示したものがFig. 2である。心拍数とこれに対応する酸素摂取量の2分毎の実測値の動きはほぼ一致して変化し、時間の経過に伴って両者ともいずれも増大していく傾向がみられる。しかし、これを仔細に検討すると、運動の交代時の心拍数の変化は酸素摂取量のそれと比較して立ち上りが早く、回復が遅い。このため心拍数の実測値から計算された酸素摂取量の推定値 (estimated- $\dot{V}O_2$ ) は、酸素摂取量の実測値 (measured- $\dot{V}O_2$ ) に比べて運動時間の経過とともに増加していく割合が大きくなる。これは組み合わせ運動における心拍数からの酸素摂取量推定値と酸素摂取量実測値との間に誤差をきたす一つの大きな原因となりうる。本研究においては、4分毎の estimated- $\dot{V}O_2$  と measured- $\dot{V}O_2$  とを比較してみたが、その差の最大値は81% (被検者 M.I.) にも達した (Fig. 3)。

さらに、同じ組み合わせ運動を時間を延長して

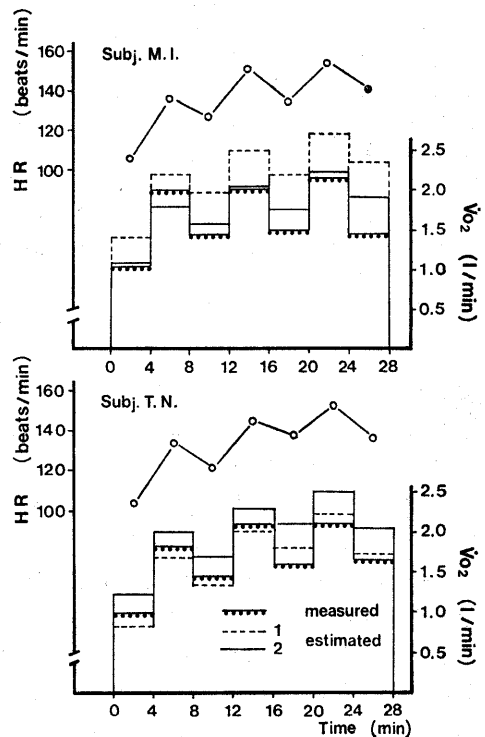


Fig. 3. Heart Rate and Oxygen Intake during Exercise.

1時間に亘って実施した際の4分毎の心拍数と酸素摂取量の実測値の推移を検討したところ、酸素摂取量がほぼ一定のレベルを維持している

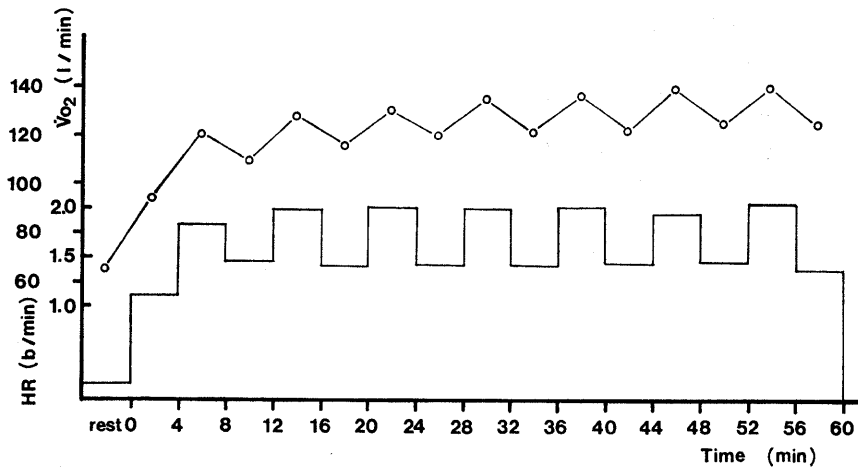


Fig. 4. Heart Rate and Oxygen Intake during 60 minutes Exercise.

Table 4. Influence of Temperature for Oxygen Intake during Exercise.

Subj.	Temp. (°C)	$\dot{V}O_2$ (estimate)	Differ. (%)	Temp. (°C)	$\dot{V}O_2$ (measure)	HR (mean)	Temp. (°C)	$\dot{V}O_2$ (estimate)	Differ. (%)
T.N.	25.5	1.91	14	26.5	1.67	131	23.0	1.58	-5
M.I.	26.7	1.77	6	28.1	1.66	135	23.0	2.19	31
T.Y.	23.0	1.32	2	29.3	1.29	128	—	—	—
T.O.	25.5	1.48	-1	29.0	1.50	114	19.0	1.75	16
M.M.	23.0	2.00	11	24.0	1.79	135	19.0	1.52	-15
M.H.	27.0	1.12	-11	26.7	1.27	127	19.0	0.85	-33

Differ = (measure-estimate/measure)

のに対して、心拍数は一時間後においても、尚漸増傾向がみられた (Fig. 4)。これは、同じ強度の運動の連続が長時間に亘るほど心拍数から求められる estimated- $\dot{V}O_2$  は実際の値からそれていく危険が多分であることを示した。

HR- $\dot{V}O_2$  関係の直線式を作成した際の気温と組み合わせ運動時の気温の違いが、28分間の組み合わせ運動の estimated- $\dot{V}O_2$  と measured- $\dot{V}O_2$  にどの程度の誤差を生じさせるかを示したものが Table 4 である。これによれば、T.N. を除く4名の被検者の数値が示すように、HR- $\dot{V}O_2$  関係を作成した際の気温と組み合わせ運動時の気温差が小さいものほど、その誤差も小さいようである。三浦ら<sup>18)</sup>は、室内での作業の至適温度は18~24°Cとしているが、今回の実験を通してその温度は19.0~29.3°Cであり、やや

高い気温条件であった。しかし、上述のごとく温度差の小さなものほど誤差が小さいことから、気温条件もできるだけ近いものを適用することが望ましい。これは、HR から % $\dot{V}O_{2max}$  や  $\dot{V}O_{2max}$  を推定しようとする時、環境温度の差を十分考慮して温度にあった関係式を用いねば大きな誤差を生ずるとする加賀谷 (淳)<sup>19)</sup>の見解と一致した。

## 結 論

HR- $\dot{V}O_2$  関係直線を適用し、作業時心拍数から酸素摂取量 (運動強度) を推定するに当たっては、①HR- $\dot{V}O_2$  関係直線は内的・外的諸条件によって移動するものであり、その誤差は50%  $\dot{V}O_{2max}$  強度において6~12%以上にもなる。また、②作業時の酸素摂取量に比べて、これに

対応する心拍数の増加率が高いため、4分毎の estimated- $\dot{V}_{O_2}$  と measured- $\dot{V}_{O_2}$  との間に誤差が生じ、本研究の例では時にはその差は81%にも達する。

本研究の結果は、最も単純な2種類の作業強度から成る組合せ運動において示されたものである。実際の作業は更に複雑な組合せ運動であり、HR- $\dot{V}_{O_2}$  関係直線にのらない無酸素的要素の強い運動が含まれたり、腕や脚のいずれかに使用の片寄る作業もある。これらにHR- $\dot{V}_{O_2}$  関係を適用する際には、起こりうる誤差を知悉しその危険を見込んでおく必要がある。なお、気温の影響の項で示されるように、内外諸条件を出来るだけ同一にすることは適用の際の誤差を小さくする上で有効であろう。

### 要 約

HR- $\dot{V}_{O_2}$  の直線関係をスポーツや労働作業の実際に適用する際の問題点について、その二、三を取りあげ検討した。

6名の男子を被検者(22~25才)とし、自転車エルゴメーターにより、それぞれのHR- $\dot{V}_{O_2}$  関係を調べた。ついで、30%  $\dot{V}_{O_{2max}}$ ・70%  $\dot{V}_{O_{2max}}$  の負荷を4分毎に交代し、28分に亘る運動を実施し、その心拍数の実測値にHR- $\dot{V}_{O_2}$  関係を適用した。その結果は次のようであった。

① 日を変えて測定された2本のHR- $\dot{V}_{O_2}$  直線には移動がみられ、回帰直線における差を50%  $\dot{V}_{O_{2max}}$  の強度におけるHRの差として見たところ6~12%の差があった。

② 4分交代28分に亘る30%  $\dot{V}_{O_{2max}}$ ・70%  $\dot{V}_{O_{2max}}$  強度の負荷運動を実施し、この際的心拍数にHR- $\dot{V}_{O_2}$  関係直線を適用して求められた4分毎のestimated- $\dot{V}_{O_2}$  を同時に測定したmeasured- $\dot{V}_{O_2}$  と比較したところ、その差の最大値は81%にも達した。

HR- $\dot{V}_{O_2}$  関係直線を実際の場面に適用する際には、起こりうる誤差を知悉しその危険を見込んでおく必要がある。

### 参 考 文 献

- 1) Åstrand, P.O. and I. Ryhming: A nomogram for calculation of aerobic capacity (Physical fitness) From pulse rate during submaximal work. *J. Appl. Physiol.*, 7, 218-221, 1954.
- 2) 広田公一, 豊田 博他: 大学正課体育実技の教育効果に関する研究(6) 正課体育実技における各種スポーツゲーム実施中の心拍数変動について. 東京大学教養学部体育研究室体育学紀要 7号, 1-6, 1973.
- 3) 砂本秀義, 中原公夫: 呼吸循環系の活動水準からみた6人制バレーボールの運動強度. 駒場東邦研究紀要4号, 1-25, 1972.
- 4) 加賀谷潤彦: ラケットを用いる球技の心拍数, 体力科学, 24(3): 109-110, 1975.
- 5) Skubic, V. and J. Hodgkins: Energy expenditure of women participants in selected individual sports. *J. Appl. Physiol.*, 21(1): 133-137, 1966.
- 6) Åstrand, I., et al.: Energy output and work stress in coastal fishing. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 31, 105-113, 1973.
- 7) Lammert, O.: Maximal aerobic power and energy expenditure of Eskimo hunters in Greenland. *J. Appl. Physiol.*, 33(2), 184-188, 1972.
- 8) 加賀谷淳子, 石川芳子: 主婦の生活時間構造と身体活動水準, 体育の科学, 23(12): 796-804, 1973.
- 9) 鈴木洋児, 吉村雅道: 行動調査の方法としての心拍数連続測定, 体育の科学, 21(5): 399-402, 1972.
- 10) 加賀谷淳子: 幼児の運動生活, 体育の科学, 22(6): 386-391, 1972.
- 11) Cunningham, D.A., et al.: Cardiorespiratory response to exercise on a rowing and bicycle ergometer. *Medicine and Science in Sports.* 7(1): 37-43, 1975.
- 12) Shephard, R.J., et al.: Prediction of maximal oxygen intake from anthropometric data.—Some observations on preadolescent schoolchildren—. *Int. Z. angew. Physiol.*, 29, 119-130, 1971.
- 13) Issekutz, B., et al.: Use of respiratory quotients in assessment of aerobic work capacity. *J. Appl. Physiol.*, 17(1): 47-50, 1962.
- 14) 石井喜八: 最高心拍数の個体間変動, 身体運動の生理学. 376, 杏林書院, 1973.
- 15) 黒田善雄, 鈴木洋児他: 環境温・湿度が持久性運動に及ぼす影響. 1973年度, 日本体育協会スポーツ科学研究報告, 1-46, 財団法人日本体育協会スポーツ科学委員会.

- 16) 生田香明: 負荷テストにおける心拍数の再現性. 日本体育学会第 27 回大会号, 601, 1976.
- 17) 石井喜八: 最大酸素摂取量推定のノモグラム, 身体運動の生理学, 381, 杏林書院, 1973.
- 18) 三浦豊彦, 橋 敏也: 電信作業者に対する作業場の至適温度について. ——特に日勤時と夜勤時の至適温度の差異について, ——労働科学, 25 (6): 220-226, 1949.
- 19) 加賀谷淳子: 心拍数と作業強度, 体育の科学, 26 (3): 203-208, 1976.